

Aplikasi Wavelet Untuk Penghilangan Derau Isyarat Elektrokardiograf

Bernardinus Sri Widodo

Program Studi Mekatronika, Universitas Sanata Dharma

Tromol Pos 29, Yogyakarta, Indonesia

Email: bernard@staff.usd.ac.id

Abstract. *Wavelet Application For Denoising Electrocardiograph Signal.* Wavelet has the advantage of the ability to do multi resolution analysis in which one of its applications is to diminish noises. The major wavelet was selected and some experiments were conducted to find out the scale from 1 to 6. Furthermore, some other continuous experiments were carried out to determine the level of optimal decomposition and wavelet reconstruction. From the research, the findings showed that the selection of the scale from 1-6 did not influence the result significantly. On the other side, from the experiment of the selection of decomposition and reconstruction level, the eighth level was the most optimum level. The result of diminishing noises on the EKG signals using wavelet was slightly seen. From 48 data samples, the average of diminishing noises was 36.20 dB.

Keywords: *Signal Processing, Wavelet Application, ECG denoising*

Abstrak. Wavelet memiliki keuntungan dari kemampuan untuk melakukan analisis multi-resolusi di mana salah satu aplikasi adalah untuk mengurangi suara. Wavelet utama adalah dipilih dan beberapa eksperimen dilakukan untuk mengetahui skala dari 1 sampai 6. Selain itu, beberapa percobaan kontinyu lainnya dilakukan untuk menentukan tingkat dekomposisi dan rekonstruksi wavelet yang optimal. Dari penelitian, temuan menunjukkan bahwa pemilihan skala 1-6 tidak mempengaruhi hasil secara signifikan. Di sisi lain, dari eksperimen pemilihan tingkat dekomposisi dan rekonstruksi, tingkat kedelapan tingkat yang paling optimal. Hasil suara mengurangi pada sinyal EKG menggunakan wavelet sedikit terlihat. Dari 48 sampel data, rata-rata suara berkurang adalah 36,20 dB.

Kata Kunci: *Pengolahan Sinyal, Aplikasi Wavelet, EKG denoising*

1. Latar Belakang

Elektrokardiograf (EKG) merupakan salah satu piranti medis yang sering dibutuhkan oleh institusi kesehatan (rumah sakit). EKG adalah sebuah instrumen medis yang digunakan sebagai alat untuk memperoleh informasi seputar kerja jantung manusia. Mekanisme sederhana dari alat ini adalah mengukur potensial listrik sebagai fungsi waktu yang dihasilkan oleh jantung yang nilainya dalam orde mili volt (mV) (Hamton J.R., 2004)

Dalam proses akuisisi data isyarat EKG sering terjadi adanya derau yang akan menyulitkan untuk pengolahan isyarat lebih lanjut (Reddy, D.C., 2005) untuk pendeteksian kelainan jantung. Seperti pada pendeteksi kelainan infark nilai derau yang cukup tinggi dapat mempengaruhi hasil pendeteksian karena salah satu parameter kelainan infark adalah ditemukannya elevasi pada segmen ST yang nilainya diatas 0,2 mV (Karim S., 1996)

Wavelet adalah salah satu teknik dalam pengolahan isyarat yang mempunyai

keunggulan dapat melakukan analisis multi resolusi (AMR) (Burrus, C.S. dkk, 1998). Salah satu aplikasi dalam wavelet adalah kemampuan untuk melakukan penghilangan derau atau *signal denoising*.

Ada berbagai teknik dalam usaha untuk menghilangkan derau pada isyarat EKG, antara lain penggunaan tapis IIR dan wavelet. JS Sørensen dkk. melakukan penelitian untuk membandingkan pemakaian tapis IIR dan wavelet pada isyarat EKG, hasilnya menunjukkan bahwa teknik penghilangan derau wavelet mempunyai performa lebih baik jika dibandingkan dengan teknik tapis IIR. Dalam penelitian tersebut juga disampaikan bahwa pemilihan induk wavelet tidak begitu berpengaruh terhadap performa penghilangan derau wavelet.

Dalam teknik penghilangan derau wavelet ada berapa parameter yang dapat dipilih antara lain pemilihan induk wavelet, nilai perambangan (*threshold*) dan tingkat dekomposisi-rekonstruksi isyarat (Misiti dkk, 1996). M. Kania dkk. dalam penelitian penghilangan derau isyarat EKG penderita aritmia menyebutkan bahwa pemilihan induk wavelet adalah masalah yang cukup serius disamping pemilihan tingkat dekomposisi-rekonstruksi. Pada penelitian tersebut didapatkan bahwa hasil penghilangan derau terbaik menggunakan induk wavelet *daubechies* pada tingkat 1 sampai dengan 4 (M. Kania dkk, 2007).

2. Tujuan Penelitian

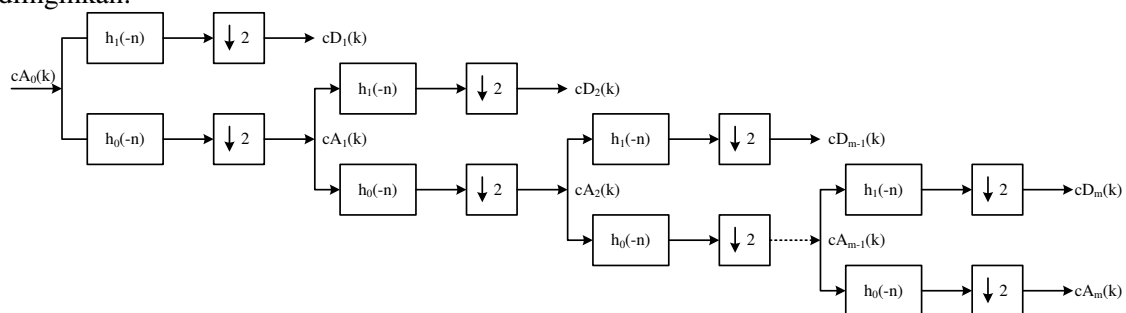
Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian untuk mendeteksi kelainan jantung infrak, dimana salah satu permasalahannya adalah kondisi isyarat yang berderau maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan teknik penghilangan derau wavelet pada isyarat EKG pasien penderita kelainan infark, dimana dari penelitian ini diharapkan tingkat dekomposisi-rekonstruksi wavelet yang paling optimum untuk isyarat EKG penderita kelainan infark dapat diketahui. Demikian juga diharapkan dapat diketahui pemilihan skala yang optimum wavelet induk *daubechies*.

3. Metodologi Penelitian

3.1. Discrete Wavelet Transform

Prinsip dasar dari *discrete wavelet transform* adalah bagaimana cara mendapatkan representasi waktu dan skala dari sebuah sinyal menggunakan teknik *filter* digital dan operasi *sub-sampling*.

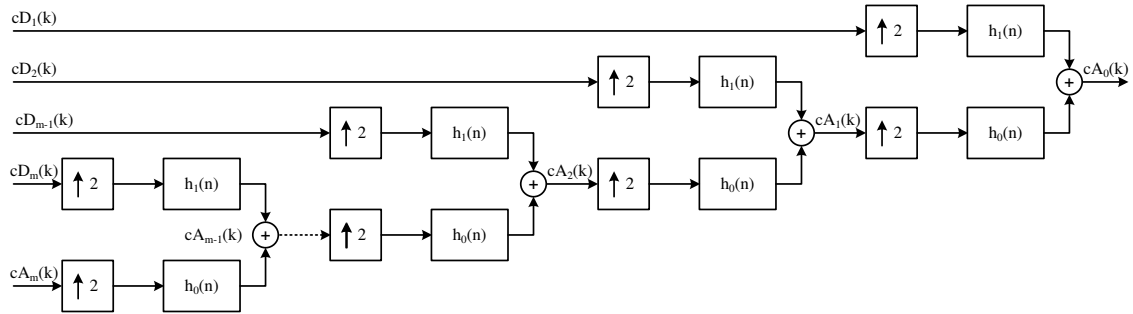
Sinyal pertama-tama dilewatkan pada rangkaian tapis pelewat tinggi (*high-pass filter*) dan tapis pelewat rendah (*low-pass filter*), kemudian setengah dari masing-masing keluaran diambil sebagai *sample* melalui operasi *sub-sampling*. Proses ini disebut sebagai proses dekomposisi satu tingkat. Keluaran dari *low-pass filter* digunakan sebagai masukan di proses dekomposisi tingkat berikutnya. Proses ini diulang sampai tingkat proses dekomposisi yang diinginkan.



Gambar 1. Dekomposisi Wavelet

Invers dari *discrete wavelet transform* digunakan untuk membangun kembali sinyal-

sinyal yang telah didekomposisi menjadi sinyal asli kembali tanpa kehilangan informasi. Istilah untuk *invers* dari *discrete wavelet transform* ini dikenal dengan nama *rekonstruksi wavelet*.

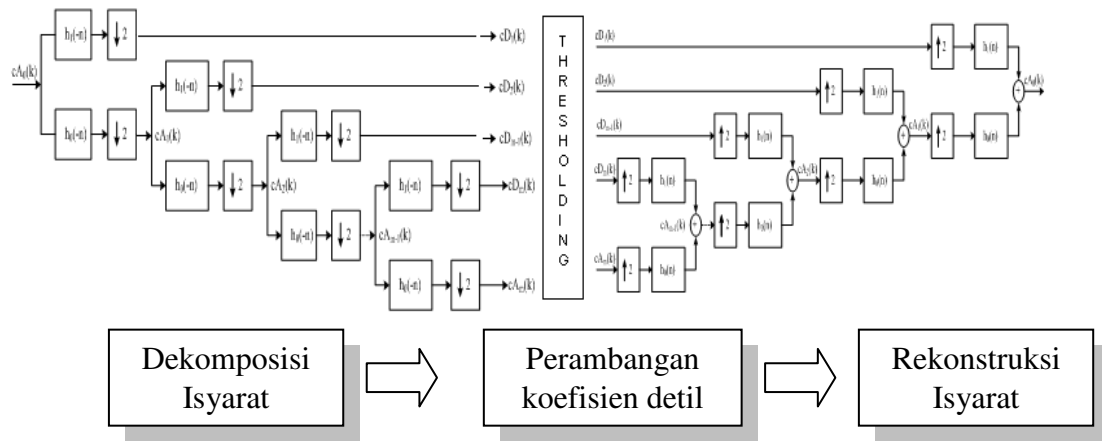


Gambar 2. Rekonstruksi Wavelet

3.2. Teknik Penghilangan Derau Menggunakan Wavelet

Wavelet transform memiliki kemampuan untuk melakukan analisis multi resolusi (AMR) terhadap suatu isyarat sehingga mampu merepresentasikan informasi waktu dan frekuensi dengan baik. Salah satu manfaat aplikasi wavelet adalah untuk menghilangkan derau (Misiti dkk, 1996). Prinsip dasar dalam penghilangan derau menggunakan wavelet dapat digambarkan seperti terlihat pada Gambar 3.

Pertama-tama langkah yang dilakukan dalam teknik penghilangan derau wavelet adalah dengan melakukan dekomposisi isyarat masukan. Dekomposisi isyarat ini dilakukan dengan melewati isyarat pada filter lolos bawah dan filter lolos atas yang menghasilkan komponen aproksimasi (cA_j) dan komponen detail (cD_j) pada setiap tingkat dekomposisi. Inti dari teknik penghilangan derau wavelet adalah dengan menghilangkan derau pada komponen frekuensi tinggi atau koefisien detail pada setiap tingkat dekomposisi, dengan cara melakukan *perambangan* pada komponen tersebut.



Gambar 3. Alur Prinsip Penghilangan Derau dengan Wavelet

Metode penentuan nilai *threshold* yang digunakan adalah metode *soft thresholding*, dengan besar nilai *threshold* ditentukan seperti pada persamaan 1.

Persamaan 1.

$$THR_j = \sqrt{2 \log \|cD_j\|}$$

Sehingga dengan nilai *threshold* tersebut tersebut nilai koefisien detail pada suatu tingkat (cD_j) dapat dirumuskan seperti persamaan 2.

Persamaan 2.

$$cD_j(t) = \begin{cases} \text{sgn}(cD_j(t))(|x| - THR_j) & cD_j(t) > THR_j \\ 0 & cD_j(t) \leq THR_j \end{cases}$$

Pada penelitian ini dipilih transformasi wavelet dengan wavelet induk adalah *daubechies* yang bentuknya menyerupai sinyal EKG, sedangkan penentuan skala akan dilakukan dengan percobaan untuk menentukan skala yang optimal. Pada Matlab telah disediakan fungsi untuk dekomposisi isyarat yaitu:

$$[C,L] = \text{wavedec}(X,N, [C,L] = \text{wavedec}(X,N,'wname'))$$

Dengan X adalah isyarat masukan, N kedalaman transformasi dan 'wname' adalah nama wavelet induk. Sedangkan untuk *threshoding* dan rekonstruksi isyarat digunakan fungsi pada matlab yaitu:

$$[\text{thr}, \text{sorh}, \text{keepapp}] = \text{ddencmp}('den', 'wv', X);$$

$$\text{cleanecg} = \text{wdencmp}('gbl', C, L, 'db4', N, \text{thr}, \text{sorh}, \text{keepapp});$$

Setelah isyarat melalui proses penghilangan derau (*denoising*) maka untuk mengukur kinerja dari proses penghilangan derau (*denoising*) peneliti menggunakan nilai *signal to noise ratio* (SNR). Nilai SNR didapatkan dengan menggunakan pendekatan yang dirumuskan seperti pada persamaan 3.

Persamaan 3.

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \log \frac{\sum_{n=0}^{N-1} s(n)^2}{\sum_{n=0}^{N-1} v(n)^2} \approx 10 \log \frac{\sum_{n=0}^{N-1} \tilde{s}(n)^2}{\sum_{n=0}^{N-1} ((s(n) + v(n)) - \tilde{s}(n))^2}$$

Dengan $s(n)$ adalah isyarat murni, $v(n)$ adalah derau yang timbul dan $\hat{s}(n)$ adalah isyarat hasil penghilangan derau menggunakan *wavelet denoising*. Sedangkan nilai *Mean Square Noise* (MSN) didekati dengan rumus pada persamaan 4.

Persamaan 4.

$$\text{MSN} = \mathbb{E} \left\{ (s(n) - \tilde{s}(n))^2 \right\} \approx \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} (s(n) - \tilde{s}(n))^2$$

$$\approx \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} ((s(n) + v(n)) - \tilde{s}(n))^2$$

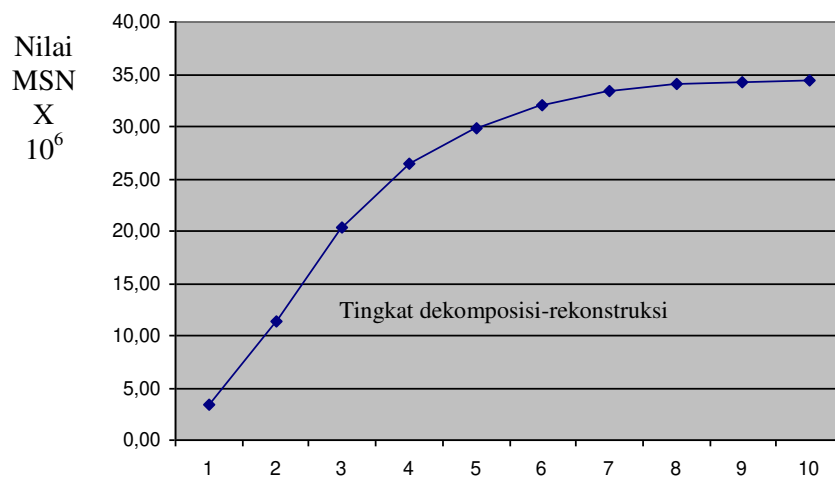
3.3. Pemilihan Tingkat Dekomposisi-Rekonstruksi Wavelet

Pada penelitian ini dilakukan percobaan-percobaan penghilangan derau menggunakan teknik wavelet dengan mengamati tingkat dekomposisi dan rekontruksi untuk mendapatkan nilai derau yang mendekati konstan terhadap perubahan tingkat dekomposisi-rekonstruksi wavelet. Nilai MSN (*mean square noise*) digunakan sebagai parameter besarnya derau yang berhasil dihilangkan. Hasil percobaan untuk 10 tingkat dekomposisi-rekontruksi wavelet, dengan hasil yang tersajikan pada Tabel 1 dan divisualisasikan secara grafis pada Gambar 4.

Tabel 1. Nilai MSN terhadap tingkat dekomposisi-rekonstruksi wavelet

Tingkat Dekomposisi-Rekonstruksi	MSN $\times 10^6$
1	3,34
2	11,36
3	20,29
4	26,41
5	29,80
6	32,10
7	33,44
8	34,00
9	34,30
10	34,43

Dari grafik nilai MSN terhadap tingkat dekomposisi-rekonstruksi wavelet pada Gambar 4 terlihat bahwa nilai MSN mulai konstan pada tingkat dekomposisi-rekonstruksi wavelet ke 8 sehingga peningkatan tingkat dekomposisi-rekonstruksi wavelet sudah tidak signifikan mempengaruhi nilai MSN.

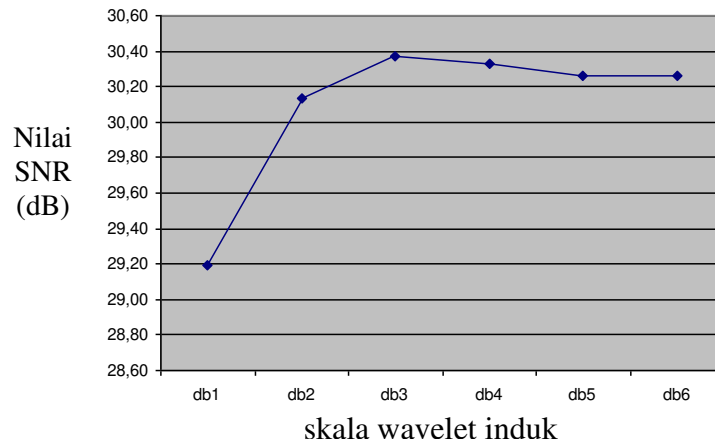
**Gambar. 4. Grafik Nilai MSN terhadap tingkat dekomposisi-rekonstruksi wavelet**

3.4. Pemilihan Skala Wavelet *Daubechies*

Pemilihan skala wavelet induk *daubechies* dilakukan dengan percobaan dari skala *daubechies* 1 (db1) hingga skala *daubechies* 6 (db6) dengan mengamati nilai rasio isyarat terhadap derau (SNR, *signal to noise ratio*). Hasil percobaan tersebut disajikan pada Tabel 2 serta digambarkan secara grafik pada Gambar 5.

Tabel 2. Nilai SNR terhadap skala wavelet induk *daubechies*

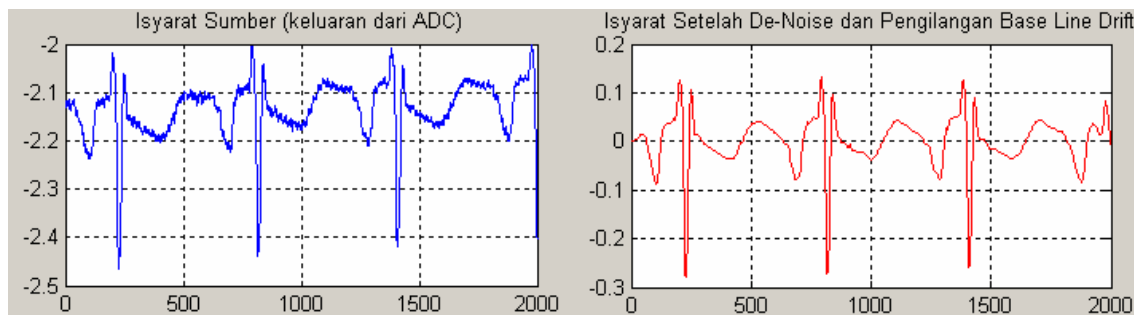
Wavelet Induk	SNR (dB)
db1	29,19
db2	30,13
db3	30,37
db4	30,33
db5	30,26
db6	30,26



Gambar 5. Grafik Nilai SNR Terhadap Skala Wavelet Induk Daubechies

4. Hasil Penelitian

Dari hasil pengujian terhadap 48 sampel data rekaman EKG dari 4 subjek penelitian didapat data perbandingan isyarat terhadap derau (SNR) dari hasil penghilangan derau menggunakan teknik wavelet, seperti terlihat pada Tabel 3. Dari tabel 3 tersebut terlihat bahwa besarnya derau yang berhasil dihilangkan adalah cukup signifikan yaitu berkisar antara 28,52 dB sampai dengan 51,20 dB dengan rata-rata 36,20 dB.



Gambar. 6. Isyarat EKG sebelum dan sesudah pennghilangan derau

Tabel 3. Hasil Penghilangan Derau Menggunakan Teknik Wavelet

Sadapan	SNR(dB)				
	Subjek1	Subjek2	Subjek3	Subjek4	Rerata
I	33,68	52,67	28,10	36,16	37,65
II	30,30	47,76	29,99	26,68	33,68
III	32,83	22,70	21,25	32,23	27,25
aVr	32,01	50,57	32,58	33,63	37,20
Avl	32,53	46,82	21,44	35,66	34,11
aVf	28,74	42,80	26,49	22,31	30,08
V1	40,43	57,46	35,46	28,74	40,52

V2	41,35	58,55	32,86	29,44	40,55
V3	37,36	59,08	32,27	28,03	39,19
V4	37,97	57,65	27,49	26,21	37,33
V5	34,82	58,30	26,29	28,57	37,00
V6	41,90	60,00	27,97	29,39	39,81
Rerata	35,33	51,20	28,52	29,75	36,20

5. Kesimpulan

Secara visual aplikasi penghilangan derau menggunakan wavelet cukup terlihat signifikan sehingga isyarat dapat diproses lebih lanjut untuk pendeteksi kelainan infark. Secara matematis rerata dari 48 sampel data besarnya SNR derau yang bisa dihilangkan adalah 36,20 dB. Perubahan skala wavelet induk *daubechies* dari 1 sampai dengan 6 tidak begitu signifikan mempengaruhi hasil. Sedangkan tingkat dekomposisi dan rekontruksi menunjukan optimum pada tingkat ke delapan.

Referensi

- Burrus, C.S., Gopinath, R.A., Guo, H., 1998, *"Introduction to Wavelets and Wavelet Transforms"* Prentice-Hall International, Inc., USA.
- Hamton J.R., Dan A.S. Wahab (penterjemah), 2004, *"Dasar Dasar EKG"*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta
- Karim S. dan Kabo P., 1996, *"EKG dan Penanggulangan Beberapa Penyakit Jantung untuk Dokter Umum"*, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.
- Misiti, M., Misiti, Y., Oppenheim, G., Poggi, J.M., 1996, *"Wavelet Toolbox User's Guide"*, The MathWorks, Inc., USA.
- M. Kania, M. Fereniec, R. Maniewski, 2007, *"Wavelet Denoising for Multi-lead High Resolution ECG Signals"*, MEASUREMENT SCIENCE REVIEW, Volume 7, Section 2, No. 4
- Reddy, D.C., 2005, *"Biomedical Signal Processing Principles and Techniques"*, Tata McGraw-Hill, New Delhi.

Bernardinus Sri Widodo

Lulus S1 dari jurusan Teknik Elektro, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, pada tahun 2001. Lulus S2 dari Magister Teknik Instrumentasi dengan spesialisasi Instrumentasi Medis, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, pada tahun 2009. Hingga saat ini bekerja di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta dan menekuni bidang ilmu Instrumentasi Medis.